



## PENGARUH JENIS KARET ALAM TERHADAP SIFAT FISIKA VULKANISAT KARET UNTUK PRODUK BANTALAN JEMBATAN

Asron Ferdian Falaah<sup>1\*</sup>, Adi Cifriadi<sup>1</sup> dan Mochamad Chalid<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Karet,  
Jl. Salak no 1, Bogor, 16151

<sup>2</sup>Departemen Metalurgi dan Material, FT - Universitas Indonesia  
Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok, 16424

\*E-mail: [asron@puslitkaret.co.id](mailto:asron@puslitkaret.co.id)

Diterima: 16 November 2015      Diperbaiki: 14 Desember 2015      Disetujui: 11 Januari 2016

### ABSTRAK

**PENGARUH JENIS KARET ALAM TERHADAP SIFAT FISIKA VULKANISAT KARET UNTUK PRODUK BANTALAN JEMBATAN.** Vulkanisat karet bantalan jembatan diproduksi melalui beberapa tahapan meliputi pemilihan bahan baku karet, perancangan formulasi kompon, pencampuran, dan vulkanisasi. Pemilihan karet alam untuk vulkanisat bantalan jembatan merupakan tahapan penting karena mempengaruhi sifat produk akhir. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan beberapa jenis karet alam seperti sit asap, karet kompo, karet sit rakyat dan karet standar Indonesia terhadap sifat fisika vulkanisat karet untuk produk bantalan jembatan. Penelitian ini melakukan uji sifat teknis bahan baku karet yang digunakan meliputi uji plastisitas awal (P0); indek ketahanan plastis (PRI); kadar abu; kadar zat menguap; kadar kotoran dan melakukan perancangan kompon karet dan pengujian sifat fisika vulkanisat berupa uji kekerasan; kuat tarik; perpanjangan putus; pengusangan; pampatan tetap; ketahanan ozon yang mengacu pada SNI3967:2013 untuk bantalan jembatan. Hasil penelitian menunjukkan karet sit asap mempunyai sifat teknis yang lebih baik dibandingkan dengan jenis karet mentah lain berdasarkan nilai PRI, kadar abu dan kadar kotoran. Hasil uji sifat fisika untuk parameter kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus tidak berbeda nyata, namun setelah pengusangan menunjukkan perbedaan nyata pada nilai kuat tarik dan perpanjangan putus.

**Kata kunci:** Karet alam, Kompon, Vulkanisasi, Bantalan jembatan

### ABSTRACT

**THE EFFECT OF NATURAL RUBBER TYPE ON PHYSICAL PROPERTIES RUBBER VULCANIZED FOR BRIDGE BEARING PRODUCT.** The vulcanized rubber bridge bearings are produced through several stages which includes the selection of rubber raw materials, designing compound formulation, mixing and vulcanization. The selection natural rubber for vulcanized rubber bridge bearing is an important stages because it affect the properties of final product. The research aims to analyze effect of the use of some types of natural rubber as rubber smoked, compo rubber, sheet rubber from farmers, and standard Indonesian rubber to the physical properties of the vulcanized rubber for products bearing bridge. This study tested the technical properties of rubber raw materials that are used include test initial plasticity (P0); plastic retentions index (PRI); ash content; levels of substance evaporates; dirt content and perform design rubber compound and testing the physical properties as hardness test; tensile strength; elongation at break; aging; compression set; ozone resistance which refers to SNI3967:2013 for bridge bearings. The result showed rubber smoked type have better technical properties than other types rubber based on the value PRI, ash content and dirt content. The result physical properties test for hardness, tensile strength, elongation at break is not significantly different, however after aging showed significant differences in the value of tensile strength and elongation at break.

**Keywords:** Natural rubber, Compound, Vulcanization, Bridge bearing

## PENDAHULUAN

Karet alam merupakan komoditas perkebunan sekaligus komoditas ekspor yang berperan penting sebagai penghasil devisa dari sektor non migas. Selain itu karet alam menjadi sumber mata pencaharian bagi banyak keluarga petani, dan berperan sebagai penyangga sumber daya hayati dan kelestarian lingkungan [1]. Luas areal perkebunan karet di Indonesia pada tahun 2010 mencapai 3,4 juta ha dengan produksi sekitar 2,3 juta ton [2], menempatkan Indonesia sebagai negara penghasil karet terbesar setelah Thailand.

Secara garis besar Industri karet di Indonesia terdiri atas dua kelompok yaitu kelompok industri Hulu antara yang menghasilkan karet remah /*crumb rubber*, sit asap atau RSS (*Ribbed Smoked Sheet*), lateks pekat, *thin pale crepe*, *brown crepe* dan kelompok Industri yang memproduksi barang jadi karet atau industri hilir [3]. Produksi karet alam di Indonesia 65% dikonsumsi oleh pabrik ban, sementara pada sisi lain terdapat sekitar 218 jenis produk barang jadi karet selain ban seperti *oil seal*, selang dan *belt conveyor* [4]. Meskipun serapan karet alam Indonesia masih didominasi oleh industri ban, namun upaya untuk meningkatkan konsumsi karet alam untuk industri non ban terus diupayakan sebagai langkah untuk mendukung diversifikasi produk barang jadi karet. Upaya tersebut bertujuan untuk meningkatkan serapan karet alam dalam negeri sehingga diharapkan menjadi solusi mengatasi *over supply* karet alam di Indonesia yang disinyalir sebagai salah satu penyebab rendahnya harga karet pada kurun waktu dua tahun ini.

Dengan melemahnya harga karet alam saat ini tentunya membuka peluang bagi industri hilir karet untuk menurunkan biaya produksi yang berasal dari bahan baku. Harga bahan baku murah dengan kualitas baik dan hasil produk baik merupakan pertimbangan utama bagi para pelaku industri barang jadi karet. Pemilihan karet alam dalam bentuk karet mentah seperti karet sit asap (RSS), karet remah (SIR), karet kompo, karet *brown creep*, hingga karet sit angin merupakan langkah pertama sebelum dilakukan proses produksi karena berpengaruh terhadap kualitas produk sekaligus terhadap biaya produksi. Kualitas karet mentah dinilai dari beberapa sifat teknis seperti nilai plastisitas awal (P0), indeks ketahanan plastis (PRI), kadar abu, kadar kotoran dan kadar zat menguap. Pengujian sifat teknis karet penting dilakukan sebelum proses produksi dimulai dikarenakan sangat berpengaruh terhadap kualitas barang jadi karet (vulkanisat) yang dihasilkan.

Salah satu produk hilir karet non ban adalah bantalan jembatan yang saat ini banyak dibutuhkan seiring dengan maraknya pembangunan infrastruktur terutama jembatan dan jalan layang. Pemilihan bahan

baku karet yang baik akan mempengaruhi kualitas produk bantalan jembatan yang dihasilkan. Hasil penelitian [5], hanya menggunakan bahan baku karet alam jenis sit yang diasap atau RSS (*Ribbed Smoked Sheet*) untuk produk bantalan jembatan sehingga tidak dapat diketahui kualitas produk bantalan jembatan yang dibuat dari bahan baku karet lain.

Tujuan daripada penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan beberapa bahan baku karet alam terhadap produk vulkanisat karet untuk bantalan jembatan, selain itu penelitian ini memberikan gambaran dalam memilih bahan baku karet alam yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan vulkanisat karet bantalan jembatan.

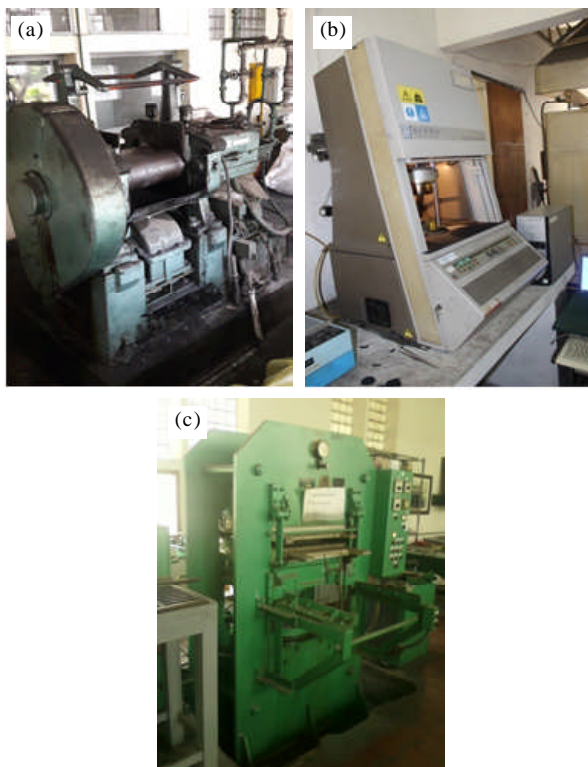
## METODE PERCOBAAN

### Bahan dan Alat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Karet, Pabrik Percobaan dan Laboratorium Fisika Pusat Penelitian Karet Bogor pada periode bulan April hingga bulan Agustus 2015 yang meliputi pengujian bahan baku, desain kompon, pembuatan kompon, pengujian karakteristik vulkanisasi dan sifat fisika vulkanisat.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah karet alam dari berbagai jenis seperti karet yang diasap atau sit asap tipe 1/RSS1 (*ribbed smoke sheet*), karet remah standar Indonesia/SIR 20 (*Standard Indonesian Rubber 20*), karet kompo 1, karet kompo 2, dan karet sit rakyat. Sebelum dibuat kompon terlebih dahulu dilakukan pengujian sifat teknis terhadap beberapa jenis karet mentah yaitu karet sit asap RSS1, karet remah SIR 20, karet kompo 1, karet kompo 2 yang diperoleh dari pabrik karet PTPN maupun di petani pengolah karet di Jawa Barat, dan karet sit rakyat yang diperoleh dari petani sekitar Jawa barat. Bahan kimia kompon untuk pembuatan vulkanisat bantalan jembatan yang digunakan adalah *Zinc oxide* (ZnO), asam stearat, Antiozonant, 6PPD, TMQ, Carbon black N-220, White Oil, N-Cyclohexyl-2-Benzothiazole Sulfenamide (CBS), Tetramethylthiuram Disulfide (TMTD), Sulfur, dan Polymeric antioksidan yang diperoleh dari PT Multi Citra Chemindo Nusa.

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan kompon adalah mesin giling terbuka/*open mill* dengan tipe dua rol merk BERSTORFF (Gambar 1). Dua buah rol tersebut berputar berlawanan dengan kecepatan putar yang berbeda sehingga mengakibatkan terjadinya friksi yang mengakibatkan karet dapat masuk dalam celah rol sehingga proses pencampuran dengan bahan kimia dapat dilakukan. Alat lain adalah rheometer tipe *oscilating disk* merek ALPHA TECHNOLOGY (Gambar 1), untuk mengetahui waktu optimum pemasakan kompon menjadi vulkanisat dan mesin vulkanisasi jenis *compression moulding* merk KMC (Gambar 1).



**Gambar 1.** (a). Alat pembuat kompon, (b). alat uji karakteristik vulkanisasi kompon dan (c). alat pencetak vulkanisat.

## Pengujian Bahan Baku dan Desain Kompon

Sebelum dilakukan pembuatan kompon bahan baku karet alam diuji sifat teknis yang meliputi uji plastisitas awal (Po), uji indeks ketahanan plastis (PRI), uji kadar zat menguap, uji kadar abu dan uji kadar kotoran. Pengujian adalah untuk mengetahui karakteristik bahan baku karet mentah yang akan digunakan dalam pembuatan kompon.

Kompon karet merupakan campuran karet dengan bahan-bahan kimia dimana proses pencampurannya dilakukan dengan penggilingan pada suhu tertentu [6]. Komposisi kompon yang digunakan dalam penelitian ini

**Tabel 1.** Komposisi bahan kimia kompon

Bahan	Bagian perseratus karet (bsk)
Karet Alam (SIR 20; RSS1; Sit rakyat; kompo 1; kompo 2)	100
ZnO	5
Asam stearat	2
Antiozonant	2
6 PPD	3
TMQ	1,5
Carbon black N-220	45
White oil	10
CBS	0,5
TMTD	2,5
Sulfur	0,4
Polymeric Antioksidant	5,8
Total	177,7

disajikan pada Tabel 1 dalam bagian perseratus karet yaitu komposisi karet sebanyak seratus bagian.

## Pembuatan Kompon

Setelah mendesain bahan kimia kompon yang akan digunakan, proses selanjutnya adalah pembuatan kompon dengan mesin *open mill*. Sebelum karet alam dicampur dengan bahan kimia kompon, terlebih dahulu karet alam dimastikasi pada mesin *open mill*. Proses mastikasi merupakan tahapan proses pengurangan berat molekul karet akibat dari aksi energi mekanik berupa gaya gesek yang dipaksakan dari rol pada mesin giling, sehingga karet menjadi lebih lunak yang memudahkan bahan kimia kompon dapat terdispersi dengan baik dalam matriks karet.

Pada proses mastikasi terjadi fenomena pemotongan rantai panjang karet menjadi lebih pendek sehingga mengakibatkan viskositas karet turun dengan cepat [7]. Pada penelitian ini proses mastikasi dilakukan selama dua menit sebelum dilakukan penambahan bahan kimia kompon. Setelah proses mastikasi bahan kimia dimasukkan pada adonan karet dengan urutan dan waktu masuk yang berbeda antar bahan tersebut (Tabel 2). Kompon yang telah dibuat kemudian didiamkan selama 1 x 24 jam dengan diletakkan diatas plastik transparan, hal demikian dimaksudkan agar bahan kimia terdispersi lebih merata, namun apabila kompon terlalu lama didiamkan maka akan menaikkan nilai kekerasan kompon karet yang disebabkan oleh oksidasi [8].

**Tabel 2.** Urutan proses dan waktu pencampuran bahan kimia kompon (menit)

No	Proses	Waktu proses (menit)
1	Pemasukan karet alam	0
2	Mastikasi karet alam	2
3	Polymeric antioksidant	1
4	Antiozonant	2
5	ZnO + Asam stearat	1
6	6 PPD + TMQ	1
7	Carbon black N-220 + White oil	3
8	CBS + TMTD	1
9	Sulfur	1
10	Remilling	1
11	Reblending	1
Total		14

Kompon yang sudah dibuat menggunakan mesin *open mill* sebelum dicetak menjadi vulkanisat terlebih dahulu diuji karakteristik vulkanisat dengan menggunakan alat rheometer. Pengujian karakteristik vulkanisasi bertujuan untuk memperoleh data berupa waktu optimum pemasakan (TC 90), torsi maksimum ( $S'_{max}$ ), torsi minimum ( $S'_{min}$ ), torsi optimum ( $S'_{max-S'_{min}}$ ) dan waktu *scorch* (TS2).

Data tersebut digunakan sebagai acuan dalam proses pemasakan kompon (vulkanisasi) menjadi vulkanisat. Setelah diperoleh data waktu optimum pemasakan kompon divulkanisasi menggunakan mesin

*compression moulding* pada suhu 150°C dan tekanan 150 psi dalam cetakan bentuk plat uji ukuran 15cm x 15cm x 2mm dan cetakan uji pampatan tetap ukuran diameter 13,0 ± 0,5 mm dan tebal 6,3 ± 0,3 mm.

## Pengujian Sifat Fisika Vulkanisat

Vulkanisat kemudian diuji sifat fisika di Laboratorium Fisika Pusat Penelitian Karet Bogor. Pengujian fisika adalah sebagai tolak ukur kekuatan vulkanisat apabila vulkanisat tersebut dikenai gaya seperti gaya gesek, gaya tekan, tarikan serta mengukur ketahanan vulkanisat terhadap kondisi lingkungan. Parameter fisika yang diuji di laboratorium fisika yaitu pengujian kekerasan (*hardness*), pengujian kuat tarik (*tensile strength*), pengujian perpanjangan putus (*elongation at break*), pengujian pengusangan (*aging*), pengujian pampatan tetap (*compression set*), dan pengujian ketahanan ozon (*ozon resistance*) yang disesuaikan dengan standar uji bantalan jembatan yang tercantum dalam SNI 3967:2013.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sifat Teknis Karet

Berdasarkan analisis sifat teknis karet alam, telah diperoleh data yang menunjukkan karakteristik dari masing-masing karet. Data pada Tabel 3 menyajikan parameter nilai *PRI*, *Po*, kadar abu, kadar kotoran dan kadar zat menguap (*Vm*).

Tabel 3. Hasil uji sifat teknis karet alam

Karet	Sifat teknis karet alam				
	<i>Po</i> (%)	<i>PRI</i> (%)	Kadar kotoran (%)	<i>Vm</i> (%)	Kadar abu (%)
SIR 20	46,00	54,30	0,70	0,47	0,81
RSS 1	52,00	85,20	0,05	0,54	0,28
Sit Rakyat	51,50	79,60	0,07	0,91	0,41
Kompo 1	56,00	77,70	0,20	0,50	0,32
Kompo 2	51,50	58,30	0,08	0,59	0,44

Berdasarkan data pada Tabel 3 nilai *PRI* (*Plastisitas Retention Index*) masing-masing bahan baku karet alam menunjukkan hasil yang berbeda. Nilai *PRI* sangat penting karena menunjukkan ketahanan material polimer (molekul karet) terhadap degradasi akibat oksidasi [9], salah satunya melalui pemanasan. Nilai *PRI* berkaitan dengan ketahanan usang karet serta mudah tidaknya karet tersebut dilunakkan pada saat proses penggilingan. Nilai *PRI* dipengaruhi beberapa faktor antara lain proses pengolahan bahan baku yang kurang baik seperti penggunaan bahan penggumpal non anjuran, proses penyimpanan yang kurang baik. Nilai *PRI* dapat menurun apabila karet pada saat proses pengeringan dijemur dibawah sinar matahari, karet yang dipanaskan pada suhu terlalu tinggi, waktu pemanasan

yang terlalu lama dan tidak kontinyu [10]. Nilai *PRI* dapat turun apabila terlalu karet banyak digiling dan lama direndam [11], hal tersebut diakibatkan gesekan-gesekan yang mengakibatkan panas, sehingga karena panas dapat mengakibatkan nilai *PRI* turun.

Nilai *PRI* paling tinggi dicapai karet jenis RSS1, dikarenakan RSS1 bahan baku berasal dari lateks kebun yang dipertahankan dalam bentuk lateks hingga kemudian digumpalkan dalam bak penggumpal. RSS1 merupakan *grade* karet paling tinggi karena kualitas bahan baku baik serta pengolahan RSS1 yang menggunakan penggumpal anjuran seperti asam format dengan dosis tertentu. Dosis penambahan bahan penggumpal disesuaikan agar menghindari gumpalan karet yang keras yang menyebabkan penggilingan memerlukan waktu lama. Hasil gilingan yang berupa lembaran sit ditiriskan dengan diangin-anginkan selama kurang dari satu jam dengan tidak terkena sinar matahari sehingga kualitas sit terjaga dengan baik serta memberikan hasil visual sit yang tidak cacat warna seperti karat. Proses pengeringan menggunakan cara pengasapan dari kayu karet yang dibakar agar sit terhindar dari tumbuhnya jamur. RSS1 yang diperdagangkan tidak diperkenankan terdapat bintik-bintik karena oksidasi, lembek, kurang matang, buram dan hangus. Kualitas RSS 1 diawasi dengan ketat dan seragam sehingga harga RSS1 lebih mahal dibanding dengan karet SIR 20.

Nilai *PRI* RSS1 berbeda nyata terhadap nilai *PRI* dari SIR 20 dan sit rakyat. Bahan baku SIR 20 berasal dari bahan karet yang telah menggumpal di lapangan (slab, lum mangkuk). Bahan baku SIR 20 kualitasnya beragam karena diperoleh dari beberapa lokasi perkebunan atau tempat pelelangan bahan olah karet. Bahan baku untuk SIR 20 banyak mengandung kontaminan dan mutunya rendah akibat cara penanganan yang salah di tingkat petani seperti penggunaan bahan penggumpal yang dapat menurunkan *PRI*, perendaman didalam air untuk meningkatkan bobot basah, penyimpanan di tempat terkena matahari dan tanah mempengaruhi mutu daripada karet yang dihasilkan.

Tahapan pengolahan SIR 20 yang panjang akibat bahan baku yang mengandung kontaminan berpengaruh terhadap mutu karet yang dihasilkan seperti proses pemecahan, penggilingan dan peremahan yang berulang ulang dapat mempengaruhi nilai plastisitas karet tersebut. Saat ini mutu SIR 20 diawasi ketat dengan tujuan untuk memenuhi permintaan ekspor pasar internasional, dikarenakan karet SIR 20 merupakan jenis karet yang diekspor paling dominan.

Hasil uji kadar kotoran, kadar zat menguap, dan kadar abu menunjukkan hasil yang berbeda dari masing-masing karet mentah. Data kadar kotoran SIR 20 memiliki kadar kotoran paling tinggi dikarenakan bahan baku SIR 20 yang berasal dari beberapa petani maupun tempat lelang sangat dimungkinkan jumlah kontaminan beraneka

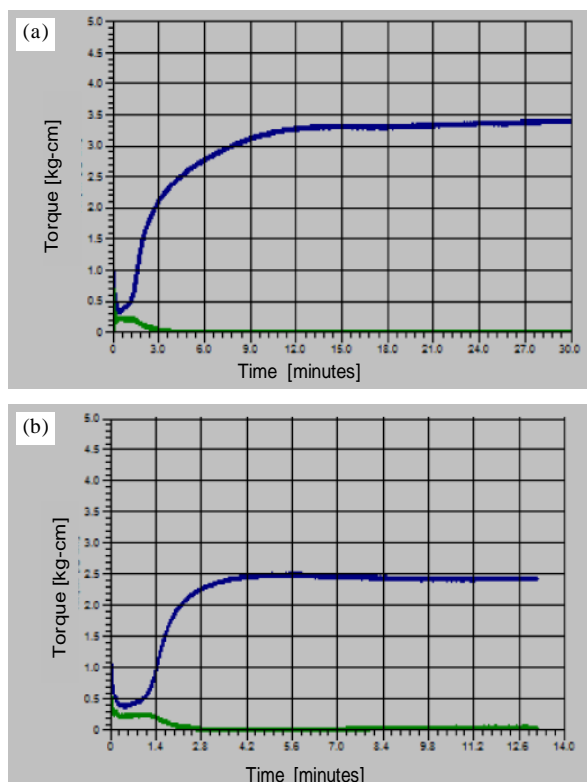
ragam. Jumlah kontaminan tersebut berpengaruh terhadap kadar kotoran dalam produk SIR 20. Berdasarkan SNI 1903:2011 standar minimum nilai kadar kotoran untuk SIR 20 adalah maksimal 0,16%, sedangkan hasil pengujian menunjukkan nilai kadar kotoran SIR 20 mencapai 0,70%. Hasil yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan *crumb rubber* [12].

Nilai kadar zat menguap (vm) dari hasil pengujian diperoleh nilai tertinggi pada karet sit rakyat. Nilai kadar zat menguap menunjukkan sisa bahan yang dapat menguap seperti air, serum yang masih tertinggal dalam karet setelah diuapkan. Sisa bahan tersebut dapat menyebabkan bau busuk pada karet, menyebabkan jamur dan menimbulkan kesulitan saat mencampur bahan pada saat pembuatan kompon karet terutama bahan *carbon black* pada suhu rendah [10]. Semakin tinggi nilai kadar zat menguap mengindikasikan bahwa karet tersebut bermutu rendah. Karet sit rakyat umumnya dibuat setelah koagulum digiling dengan menggunakan alat mangel yaitu berupa gilingan yang dikerjakan manual. Hasil dari gilingan berupa lembaran yang kemudian ditiriskan dengan digantung pada galah. Proses pengeringan dilakukan dengan cara diangin-anginkan, sehingga sangat dimungkinkan keadaan lembaran karet tersebut masih mengandung air yang tidak teruapkan.

Pada uji penentuan kadar abu diperoleh data kadar abu tertinggi pada karet SIR 20, hal tersebut dapat dikarenakan bahan baku SIR 20 yang berupa koagulum lapang seperti lum mangkuk dan slab mengandung beberapa kontaminan dan beberapa diantaranya masih menggunakan koagulan non anjuran seperti *Tri Sodium Phospat (TSP)* maupun tawas. Penggunaan koagulan tersebut dapat menurunkan kualitas karet karena meningkatkan kadar abu [13]. Uji penentuan kadar abu berhubungan dengan kandungan mineral pada suatu bahan. Abu yang terkandung dalam karet mentah terdiri dari oksida logam, dan garam anorganik seperti karbonat, fosfat, sulfat, kalium, magnesium, kalsium dan beberapa unsur lain [10]. Kadar abu maksimal yang dipersyaratkan pada standar SNI 1903:2011 untuk kategori SIR 20 adalah maksimal 1%.

## Karakteristik Vulkanisasi

Karet mentah yang telah diuji sifat teknisnya kemudian dicampur bahan kimia untuk selanjutnya dibuat kompon dan divulkanisasi. Formulasi kompon percobaan (Tabel 1.) menggunakan sistem vulkanisasi efisien, di mana jumlah bahan pemvulkanisasi (Sulfur) yang digunakan lebih sedikit dibanding bahan pencepat (*CBS* dan *TMTD*). Sistem vulkanisasi efisien lebih cepat mencapai waktu optimum ( $t_{90}$ ), karena kompon tersebut memiliki jumlah bahan pencepat lebih banyak dibanding kompon yang menggunakan sistem vulkanisasi konvensional dan semi efisien [14].



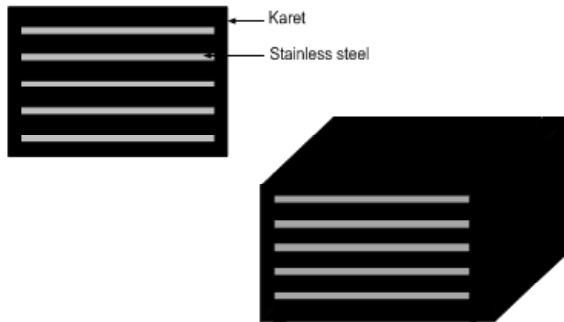
**Gambar 2.** Contoh kurva hasil uji rheometer pada suhu vulkanisasi 150 °C (a). SIR 20 dan (b). RSS 1.

Berdasarkan uji karakteristik vulkanisasi yang disajikan pada Gambar 2. dan Tabel 4. menunjukkan perbedaan waktu optimum dari masing-masing karet mentah. Karet mentah SIR 20 mencapai waktu optimum lebih lama dibandingkan dengan waktu optimum jenis karet mentah lain. Waktu vulkanisasi yang lama menunjukkan bahwa periode peralihan dari kompon menjadi vulkanisat lebih lama sehingga membutuhkan energi pemanasan lebih besar. Sedangkan waktu *scorch* menunjukkan batas waktu alir kompon untuk mengisi cetakan. Semakin lama waktu *scorch* maka kompon dapat digunakan untuk membuat produk karet yang memiliki bentuk rumit. Bentuk karet bantalan jembatan tidak rumit seperti halnya sol sepatu. Cetakan bantalan jembatan

**Tabel 4.** Data uji karakteristik vulkanisasi

Karakteristik pematangan pada suhu vulkanisasi 150 °C	Karet mentah				
	SIR 20	RSS 1	Sit rakyat	Kompo 1	Kompo 2
S'Max - S'Min (kg-cm)	3,06	2,12	1,77	1,74	1,73
S'Max ( $M_H$ ) (kg-cm)	3,40	2,50	1,98	2,19	2,10
S'Min ( $M_L$ ) (kg-cm)	0,34	0,38	0,21	0,45	0,37
$t_{90}$ (min:sec)	8,45	2,52	2,00	2,47	2,59
Scorch time ts2 (min:sec)	3,45	3,25	-	-	-

berupa persegi atau persegi panjang yang mempunyai ukuran yang sudah ditentukan (Gambar 3), namun waktu *scorch* vulkanisat selalu menjadi perhatian utama, apabila waktu *scorch* pendek maka vulkanisat mempunyai bentuk yang tidak sempurna.



Gambar 3. Bentuk bantalan jembatan

Hasil pengujian karakteristik vulkanisasi juga memberikan informasi tentang derajat/tingkat vulkanisasi yang terjadi pada kompon karet. Derajat vulkanisasi dapat diperkirakan melalui selisih antara modulus torsi maksimum dengan modulus torsi minimum ataupun dari nilai modulus torsi optimum. Derajat vulkanisasi merupakan derajat ikatan silang yang terbentuk pada molekul karet, semakin tinggi nilai derajat vulkanisasi maka semakin tinggi pula derajat ikatan silang yang terbentuk [15].

### Sifat Fisika Vulkanisat

Hasil uji kekerasan, uji kuat tarik, uji perpanjangan putus dan uji pampatan tetap disajikan dalam Gambar 4. Hasil uji sifat fisika vulkanisat menunjukkan beberapa perbedaan sebelum dan sesudah mengalami pengusangan (*aging*). Nilai kekerasan diantara vulkanisat sebelum dilakukan pengusangan tidak berbeda terlampau jauh dengan *range* antara 6-65. Setelah dilakukan pengusangan nilai kekerasan mengalami kenaikan dikarenakan terjadi vulkanisasi lanjut yang menyebabkan terbentuknya ikatan silang baru [16]. Kenaikan nilai kekerasan paling tinggi dicapai oleh vulkanisat dari sit rakyat yaitu sebesar 70 *Shore A*, sedangkan vulkanisat dari RSS1; SIR 20; kompo 1; kompo 2 berturut turut sebesar 65; 65; 66; 66. Oleh karena standar dalam SNI bantalan jembatan karet alam untuk acuan 60 Duro mensyaratkan nilai kekerasan akibat pengusangan maksimal  $\pm 5$  point, maka vulkanisat dari sit rakyat dengan hasil uji 70 *Shore A* dapat dikatakan tidak memberikan hasil baik untuk perubahan kekerasan setelah pengusangan.

Uji kuat tarik menunjukkan berapa besar tenaga yang dibutuhkan untuk menarik vulkanisat sampai putus. Hasil uji kuat tarik vulkanisat yang berbahan baku karet mentah RSS 1 memiliki nilai kuat tarik paling besar ( $24,7 \text{ N/mm}^2$ ) dibandingkan dengan vulkanisat SIR 20

( $20,6 \text{ N/mm}^2$ ), sit rakyat ( $20,6 \text{ N/mm}^2$ ), kompo 1 ( $24,1 \text{ N/mm}^2$ ) dan kompo 2 ( $22,5 \text{ N/mm}^2$ ), sementara itu untuk nilai % perpanjangan putus vulkanisat dari karet RSS 1 menghasilkan perpanjangan putus yang paling tinggi (600%). RSS 1 berasal dari bahan baku lateks kebun dengan kualitas yang seragam serta pengolahan RSS 1 tidak melibatkan proses penggilingan yang berulang-ulang seperti halnya SIR 20 dan suhu pengeringan RSS 1 lebih rendah dibandingkan dengan SIR 20. Proses yang demikian tentunya sangat berpengaruh terhadap sifat teknis daripada karet mentah sehingga mempengaruhi hasil vulkanisatnya.

Setelah mengalami pengusangan nilai kuat tarik dan perpanjangan putus mengalami penurunan. Dalam persyaratan SNI bantalan jembatan nilai penurunan kuat tarik setelah pengusangan maksimal -25%. Hasil uji kuat tarik setelah pengusangan menunjukkan kelima vulkanisat karet memenuhi persyaratan SNI bantalan jembatan yaitu vulkanisat SIR 20 (-5,34%), RSS1 (-23,04%), sit rakyat (-13,10%), kompo 1 (-8,30%) dan kompo 2 (-10,66%)

Perubahan nilai perpanjangan putus setelah pengusangan dipersyaratkan maksimal -25%. Berdasarkan hasil percobaan telah diperoleh data nilai perpanjangan putus setelah pengusangan. Nilai perpanjangan putus dari kelima vulkanisat memenuhi standar SNI bantalan jembatan. Meskipun terlihat dalam grafik Gambar 4 perubahan nilai perpanjangan putus vulkanisat sit rakyat sangat signifikan, namun masih dalam standar SNI bantalan jembatan.

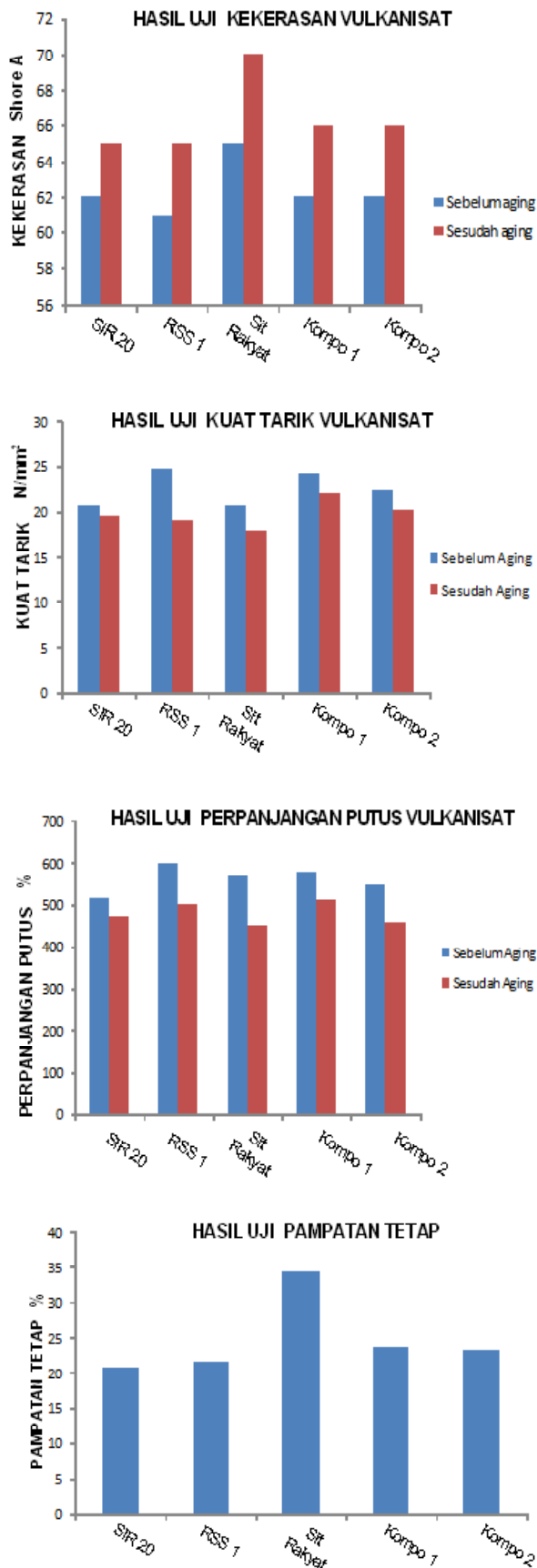
Berdasarkan hasil uji pampatan tetap, karet sit rakyat tidak memenuhi persyaratan SNI bantalan jembatan karet alam standar 60 Duro yang mensyaratkan nilai perubahan akibat tekanan atau pampatan tetap maksimal sebesar 25%. Berdasarkan hasil uji nilai pampatan tetap vulkanisat karet sit rakyat melebihi standar yaitu sebesar 35%, sedangkan untuk vulkanisat karet SIR 20 (20,9%), RSS1 (21,73%), kompo 1 (23,87%), dan kompo 2 (23,21%).

Pencapaian sifat fisika yang baik daripada vulkanisat dikarenakan penggunaan bahan baku yang baik. RSS 1 telah menunjukkan hasil yang baik dibandingkan dengan vulkanisat dari sit rakyat. Bahan baku sit rakyat diolah oleh petani dengan peralatan sederhana dan mutu dihasilkan yang tidak seragam.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4. menunjukkan bahwa vulkanisat telah sesuai persyaratan SNI 3967:2013, yaitu pada vulkanisat dari bahan baku Karet SIR 20, RSS 1, Kompo 1 dan Kompo 2. Namun untuk vulkanisat dengan bahan baku karet sit rakyat tidak memenuhi spesifikasi SNI 3967:2013 pada nilai perubahan kekerasan setelah pengusangan dan pampatan tetap.

Hasil pengujian ketahanan terhadap ozon pada konsentrasi ozon 25 ppm selama 48 jam menunjukkan hasil tidak terjadi retak (*crack*) pada sampel (Tabel 5). Uji ketahanan ozon dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan retak suatu vulkanisat karet akibat dari





Gambar 4. Kurva hasil pengujian fisika vulkanisat barang jadi karet

Tabel 5. Data uji ketahanan ozon

Vulkanisat	Uji ketahanan ozon	
	Konsentrasi ozon 25 pphm, regangan 20%, suhu $\pm 37,7^{\circ}\text{C}$ , waktu pengujian 48 jam	
SIR 20	No crack	
RSS 1	No crack	
Sit Rakyat	No crack	
Kompo 1	No crack	
Kompo 2	No crack	

serangan ozon. Barang jadi karet seperti bantalan jembatan yang pemakaiannya berada di udara terbuka setiap waktunya akan terkena serangan ozon, terutama terhadap produk yang tipis dan beberapa produk yang direntangkan selama tahap pemakaiannya.

## KESIMPULAN

Produk vulkanisat bantalan jembatan yang dibuat dari beberapa jenis karet alam menunjukkan hasil yang telah memenuhi spesifikasi SNI 3967:2013 untuk vulkanisat yang berbahan karet SIR 20, RSS 1, karet kompo 1 dan kompo 2, sedangkan karet sit rakyat tidak memenuhi spesifikasi tersebut. Hasil terbaik dicapai oleh vulkanisat berbahan karet RSS 1 karena kualitas dari sifat teknis RSS 1 yang paling baik dibanding dengan karet jenis lain berdasarkan nilai *PRI*, kadar abu dan kadar kotoran, sehingga dengan pemilihan bahan baku yang baik seperti RSS1 dapat mencapai hasil produk bantalan jembatan yang baik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan khususnya kepada pihak yang membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini antara lain teknisi pelaksana di Pabrik Percobaan dan teknisi Laboratorium Fisika Pusat Penelitian Karet Bogor serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

## DAFTAR ACUAN

- [1]. S. Hendratno., S. Woelan., dan M.I. Fathurrohman." Analisis kelayakan finansial model peremajaan karet partisipatif : Sumber pembiayaan dari hasil penjualan kayu karet". *Warta Perkaretan*, vol. 34, pp. 55-64, Apr. 2015.
- [2]. C. Nancy., D.S. Agustina., dan L.F. Syarif. "Potensi kayu hasil peremajaan karet rakyat untuk memasok industri kayu karet". *Jurnal Penelitian Karet*, vol. 31, pp. 68-78. Jun. 2013.
- [3]. B. Parizade., dan A. Mulyana. "Strategi percepatan pengembangan industri hilir karet dan kelapa sawit di sumatera selatan". *Jurnal Manajemen dan Bisnis Sriwijaya*, vol. 12, pp. 91-98, Jun. 2014.
- [4]. I. R. Fauzi. " Alternatif strategi pengembangan industri barang jadi karet di indonesia". *Warta Perkaretan*, vol. 32, pp. 55-64, Okt. 2013.

- [5]. K.S. Bhuana., dan S. Kartowardoyo. "Pembuatan bantalan jembatan daripada karet alam, 2. Susunan kompon karet alam dan desain konstruksi untuk bantalan jembatan jalan raya". *Menara Perkebunan*, vol. 54, pp.105-110, 1986.
- [6]. Y.K. Peng. "The effect of carbon black and silica fillers on cure characteristics and mechanical properties of breaker compounds". M.S. thesis, University of Science Malaysia, Malaysia, 2007.
- [7]. A. Zhang., Y. Lin., and L. Wang. "The mastication characteristics of powdered carbon black filled natural rubber during internal mixing". *Polymer Engineering and Science*, vol. 48, pp. 815-822, Apr. 2008.
- [8]. H.A. Prasetya. "Penentuan umur simpan kompon karet pegangan setang kendaraan bermotor dengan bahan pengisi abu sekam padi". *Jurnal Riset Industri*, vol. 8, pp. 147-158, Apr. 2014.
- [9]. F.O.Aguale., J. A. Idiaghe., and T.U.A.Nwosu. "Study of quality improvement of natural rubber products by drying methods". *Journal of Material Science and Chemical Engineering*, vol. 3, pp. 7-12. Nov 2015.
- [10]. H. Handayani. "Pengaruh berbagai jenis penggumpal padat terhadap mutu koagulum dan vulkanisat karet alam". *Jurnal Penelitian Karet*, vol. 32, pp. 74-80, Jun. 2014.
- [11]. M. Purbaya., T.I. Sari., C.A. Saputri., dan M.T. Fajriaty. "Pengaruh beberapa jenis bahan penggumpal lateks dan hubungannya dengan susut bobot, kadar karet kering dan plastisitas". dalam *Prosiding Seminar Nasional AvoER ke-3*, 2011, pp.351-357.
- [12]. L.A. Rangkuti., A. Jabar., M. Rembe., dan R. Ginting. "Peningkatan kualitas produk *crumb rubber* dengan menggunakan metode *quality function deployment*". *e-Journal Teknik Industri FT USU*, vol. 1, pp. 7-12. Jan. 2014.
- [13]. Wiyanto dan N. Kusnadi. "Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas karet perkebunan rakyat (Kasus perkebunan rakyat di kecamatan Tulang Bawang Tengah Kabupaten Tulang Bawang, Lampung)". *Jurnal Agribisnis Indonesia*, vol. 1, pp. 39-58. Jun. 2013.
- [14]. A. Cifriadi. Dan A. F. Falaah. "Studi kinetika vulkanisasi belerang pada kompon karet alam tanpa bahan pengisi". *Jurnal Penelitian Karet*, vol.31, pp. 159-167, Des. 2013.
- [15]. A. Cifriadi. "Penggunaan lindi hitam sebagai bahan pelunak dalam kompon karet alam". *Jurnal Penelitian Karet*, vol. 31, pp. 20-29. Jun. 2013.
- [16]. A.F. Falaah., A.Cifriadi., dan D.R.Maspanger. "Pemanfaatan hasil pirolisis limbah ban bekas sebagai bahan pelunak untuk pembuatan barang jadi karet". *Jurnal Penelitian Karet*, vol. 31, pp. 149-158. Des. 2013.